

## Light barrier with evaluation electronics for recognising spurious signals

Patent Number: DE4323910

Publication date: 1995-01-19

Inventor(s): SCHOENHARDT MANFRED (DE); DANZER THOMAS DIPLOM ING (DE)

Applicant(s): LEUZE ELECTRONIC GMBH & CO (DE)

Requested Patent:  DE4323910

Application Number: DE19934323910 19930716

Priority Number(s): DE19934323910 19930716

IPC Classification: G01V8/00 ; G01D5/244 ; G01D18/00

EC Classification: G01D3/08, G01V8/12

Equivalents:

### Abstract

The invention relates to a light barrier with an emitter, a detector and evaluation electronics, the emitter emitting sequences of light pulses with a defined pulse duration and frequency. The object of the invention is to develop the light barrier in such a way that internal and external spurious influences can be reliably recognised. This object is achieved according to the invention in that the emitter (2) periodically emits individual sequences of light pulses with a subsequent interpulse period, and in that the evaluation electronics (4) has at least one counter in which the light pulses of a sequence which are incident on the detector (3) are counted and compared with predetermined set-point values, and in that a multichannel evaluation unit (13) is connected to the counter or counters (10, 11), at least one set-point value of a counter (10, 11) being fed as input quantity in each case to one channel of the evaluation unit (13), and in that each channel of the evaluation unit (13) has a binary output, a signal change taking place at the outputs of the channels for defined time intervals as a function of the

number of registered light pulses, and in that the outputs are logic-gated in a logic unit (22). 

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

21 Aktenzeichen: P 43 23 910.2  
22 Anmeldestag: 16. 7. 93  
43 Offenlegungstag: 19. 1. 95

DE 4323910 A 1

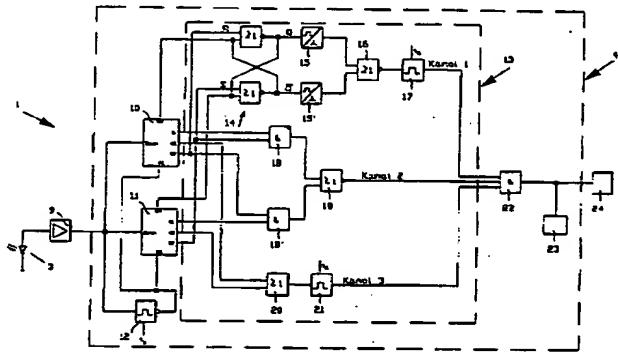
⑦ Anmelder:  
Leuze electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

72) Erfinder:  
Schönhardt, Manfred, 73252 Lenningen, DE; Danzer, Thomas, Dipl.-Ing., 72589 Westerheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

#### 54 Lichtschranke mit einer Auswerteelektronik zum Erkennen von Störsignalen

57) Die Erfindung betrifft eine Lichtschranke mit einem Sender, einem Empfänger und einer Auswerteelektronik, wobei der Sender Folgen von Lichtimpulsen mit einer definierten Pulsdauer und Frequenz aussendet. Aufgabe der Erfindung ist es, die Lichtschranke so auszubilden, daß interne und externe Störereinflüsse sicher erkannt werden können. Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß der Sender (2) einzelne Folgen von Lichtimpulsen mit einer darauffolgenden Sendepause periodisch aussendet, und daß die Auswerteelektronik (4) wenigstens einen Zähler aufweist, in dem die auf den Empfänger (3) auftreffenden Lichtimpulse einer Folge gezählt und mit vorgebbaren Sollwerten verglichen werden, und daß an den oder die Zähler (10, 11) eine mehrkanalige Auswerteeinheit (13) angeschlossen ist, wobei wenigstens ein Sollwert eines Zählers (10, 11) als Eingangsgröße auf jeweils einen Kanal der Auswerteeinheit (13) geführt ist, und daß jeder Kanal der Auswerteeinheit (13) einen binären Ausgang aufweist, wobei in Abhängigkeit der Anzahl der registrierten Lichtimpulse an den Ausgängen der Kanäle für definierte Zeitintervalle ein Signalwechsel erfolgt, und daß die Ausgänge in einer Logikeinheit (22) logisch verknüpft sind.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Lichtschranke gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Lichtschranke kann einerseits als Einweg-Lichtschranke ausgebildet sein, bei der sich Sender und Empfänger gegenüberliegen. Andererseits kann die Lichtschranke als Reflexionslichtschranke ausgebildet sein. In diesem Fall sind der Sender und Empfänger im wesentlichen nebeneinanderliegend angeordnet. Die vom Sender ausgesandten Lichtimpulse werden von einem Reflektor reflektiert und auf den Empfänger zurückgeworfen.

In dem durch den Laufweg der Lichtimpulse definierten Überwachungsbereich werden Gegenstände oder Personen erkannt, indem sie den Laufweg der Lichtimpulse unterbrechen.

Beim Einsatz in Industrienumgebungen können durch externe Störeinflüsse, wie z. B. Fremdlichteinstrahlung, oder durch interne Störeinflüsse, wie z. B. Ausfall einzelner elektronischer Bauelemente in der Lichtschranke, Fehlfunktionen der Lichtschranke ausgelöst werden.

In der P 43 19 451.6 ist eine Vorrichtung zum Erkennen von derartigen Störsignalen beschrieben. Bei dieser Vorrichtung, die insbesondere auch als Lichtschranke ausgebildet sein kann, wird das durch auf den Empfänger auftreffende Sendelicht oder Störlicht erzeugte Empfangssignal mit einem Komparator bewertet.

Die durch das Sendelicht erzeugten Nutzsignale werden von den durch das Störlicht erzeugten Störsignalen dadurch unterschieden, daß der Komparator innerhalb bestimmter Zeitintervalle auf das Anliegen eines Empfangssignals abgefragt wird. Da der Sender gepulstes Licht aussendet, werden die Nutzsignale im wesentlichen zeitgleich mit dem Aussenden der Sendelichtimpulse am Empfänger registriert. Eventuell auftretende Störlichteinstrahlungen treffen dagegen asynchron zu den Sendelichtimpulsen auf den Empfänger auf. Durch eine geeignete Wahl der Abfragezeitpunkte des Komparators können die Störsignale von den Nutzsignalen unterschieden werden.

Mit dieser Vorrichtung können insbesondere externe Störeinflüsse mit großer Sicherheit erkannt werden. Lediglich synchron zu den Sendelichtimpulsen auftretende Störungen können zu einzelnen Fehlfunktionen führen. Zudem können Ausfälle von Bauelementen in der Auswerteelektronik zu Fehlfunktionen der Lichtschranke führen.

Bei sicherheitsrelevanten Applikationen, wie beispielsweise dem Einsatz von Lichtschranken im Personenschutz, reicht die mit der vorgenannten Vorrichtung erzielbare Sicherheit bei der Erkennung von Störsignalen nicht aus. Bei derartigen Applikationen müssen nicht nur externe Störeinflüsse mit sehr großer Sicherheit erkannt werden. Zudem muß die Auswerteelektronik so aufgebaut sein, daß Ausfälle einzelner Bauelemente nicht zu Fehlfunktionen der Lichtschranke führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lichtschranke der eingangs genannten Art so auszubilden, daß externe und interne Störeinflüsse mit großer Sicherheit erkannt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Vorrichtung gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 – 13 beschrieben.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, daß der Sender eine Folge von Lichtimpulsen mit einer vor-

gegebenen Kodierung, nämlich einer bestimmten zeitlichen Reihenfolge, aussendet. Nur wenn das am Empfänger auftreffende Empfangslicht dieselbe Kodierung aufweist, liegt mit Sicherheit ein Nutzsignal und kein Störsignal vor. Die Erfassung der Kodierung des Empfangslichts erfolgt dabei zweckmäßigerweise in einem oder in mehreren Zählern.

Mit dem Zähler allein können jedoch Störungen in der Lichtschranke selbst, wie z. B. der Ausfall von Bauelementen der Auswerteelektronik, nicht erkannt werden.

Um auch derartige Störungen zu erkennen, ist den Zählern eine mehrkanalige Auswerteeinheit nachgeschaltet. Die Kanäle der Auswerteeinheit weisen binäre Ausgänge auf, die in einer Logikeinheit logisch verknüpft sind. Durch diese Schaltungsanordnung wird die in den Zählern registrierte Folge von Lichtimpulsen in eine binäre Signalfolge am Signalausgang der Logikeinheit umgesetzt. Einer bestimmten Anzahl von Lichtimpulsen, die mit einer bestimmten Folgefrequenz auf den Empfänger auftreffen, entspricht eine bestimmte Signalfolge mit definiertem Puls-Pausen-Verhältnis am Signalausgang der Logikeinheit. Entscheidend dabei ist, daß zwischen der Anzahl der Lichtimpulse und dem Puls-Pausenverhältnis der Signalfolge ein eindeutiger Zusammenhang existiert. Die Signalfolge, die bei fehlerfreiem Betrieb der Lichtschranke beim Empfang der Sendelichtimpulsen registriert wird, bildet die Soll-Signalfolge. Werden die Sendelichtimpulsenfolgen unvollständig oder von Störsignalen überlagert empfangen, so ändert sich das Puls-Pausen-Verhältnis der Signalfolge und weicht von der Soll-Signalfolge ab. Anhand dessen kann eine aufgrund einer externen Störeinstrahlung auftretende Fehlfunktion der Lichtschranke sicher erkannt werden.

Zusätzlich können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch interne Störeinflüsse erkannt werden. Fällt beispielsweise in einem der Kanäle der Auswerteeinheit ein elektronisches Bauelement aus, so wird die binäre Signalfolge am Ausgang dieses Kanals verändert. Diese Änderung bewirkt auch eine Änderung der binären Signalfolge am Signalausgang der Logikeinheit. So mit wird auch durch eine interne Störung eine Abweichung von der Soll-Signalfolge erhalten, wodurch auch interne Funktionsstörungen der Lichtschranke sicher erkannt werden können.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild der Auswerteelektronik der Lichtschranke,

Fig. 2a) ein Blockschaltbild des Senders der Lichtschranke,

b) Ein Impulsdigramm der vom Sender ausgesandten Lichtimpulse,

Fig. 3 ein Impulsdigramm für die Eingänge und Ausgänge der Auswerteelektronik,

Fig. 4 eine Wahrheitstabelle für die Ausgänge der Kanäle der Auswerteeinheit sowie den Signalausgang der Auswerteelektronik in Abhängigkeit der Anzahl der auf den Empfänger auftreffenden Lichtimpulse.

Die erfindungsgemäße Lichtschranke 1 weist einen Sender 2, einen Empfänger 3 sowie eine Auswerteelektronik 4 auf. Der Sender 2 sendet einzelne Folgen von Lichtimpulsen aus. Hierzu ist dem Sender 2 ein Quarzoszillator 5 vorgeschaltet. Dem Quarzoszillator 5 ist ein Frequenzteiler 6 und ein UND Glied 7 nachgeschaltet (Fig. 2a). Im vorliegenden Ausführungsbeispiel erzeugt der Quarzoszillator 5 eine Frequenz von ca. 3,28 MHz,

die in dem Frequenzteiler 6 mit den Faktoren  $2^{-5}$ ,  $2^{-9}$  und  $2^{-10}$  multipliziert wird. Die so erzeugten Impulsfolgen werden über einen Vorwiderstand 8 auf den vorzugsweise als Sendediode ausgebildeten Sender 2 geführt. Auf diese Weise werden jeweils Folgen von acht Lichtimpulsen mit einer Sendefrequenz von 102,4 KHz erzeugt, wobei auf jede dieser Folgen von acht Lichtimpulsen eine Pause von ca. 240  $\mu$ s folgt. Die Wiederholfrequenz der Folgen der Lichtimpulse beträgt demnach ca. 3,2 KHz (Fig. 2b).

Bei freiem Lichtweg gelangen die Folgen von Lichtimpulsen auf den Empfänger 3 und werden in elektrische Empfangssignale umgesetzt. Der Empfänger 3 ist vorzugsweise von einer Fotodiode gebildet. Die Empfangssignale werden in einer Vorverarbeitungsstufe 9 vorverstärkt und digitalisiert.

Die digitalisierten Empfangssignale werden der Auswerteelektronik 4 zugeführt (Fig. 1). Die Empfangssignale werden auf die Clock-Eingänge zweier Zähler 10, 11, die vorzugsweise identisch aufgebaut sind, geführt. Die Zähler 10, 11 weisen jeweils einen Enable-Eingang EN zur Aktivierung der Zählvorgänge auf. Ferner weisen die Zähler 10, 11 jeweils einen Reset-Eingang RE auf, über den die Zähler 10, 11 zurückgesetzt werden können. Hierzu ist ein Monoflop 12 an die Reset Eingänge RE der Zähler 10, 11 angeschlossen. Der Eingang des Monoflops 12 ist mit den Clock-Eingängen der Zähler 10, 11 verbunden.

Ferner weisen die Zähler 10, 11 Ausgänge Q1, Q2, Q7 auf, die bei Erreichen eines bestimmten Sollwerts im Zähler aktiviert werden. Insbesondere werden die Sollwert-Ausgänge Q1, Q2 bzw. Q7 dann aktiviert, d. h. auf den Schaltzustand "high" gesetzt, wenn der Zählerstand den Wert eins, zwei oder sieben erreicht.

Die Ausgänge Q1, Q2, Q7 sowie die Enable-Eingänge EN der Zähler 10, 11 sind auf eine dreikanalige Auswerteeinheit 13 geführt. Der erste Kanal der Auswerteeinheit 13 weist ein R/S Flip-Flop 14 auf, an dessen Ausgänge Q,  $\bar{Q}$  jeweils ein Differenzierglied 15, 15' angeschlossen ist. Die Ausgänge der Differenzierglieder 15, 15' sind über ein NOR-Glied 16 auf ein Monoflop 17 geführt. An jeweils einem Ausgang Q,  $\bar{Q}$  des R/S Flip-Flops 14 ist der Enable-Eingang EN und der Sollwert-Ausgang Q7 eines Zählers 10, 11 angeschlossen.

Der zweite Kanal der Auswerteeinheit 13 besteht aus zwei parallel geschalteten UND-Gliedern 18, 18', deren Ausgänge an ein NOR-Glied 19 angeschlossen sind.

An das erste UND Glied 18 ist der Sollwert-Ausgang Q1 des ersten Zählers 10 und der Sollwert-Ausgang Q7 des zweiten Zählers 11 angeschlossen. An das zweite UND Glied 18' ist der Sollwert-Ausgang Q7 des ersten Zählers 10 und der Sollwert-Ausgang Q1 des zweiten Zählers 11 angeschlossen.

Der dritte Kanal der Auswerteeinheit 13 besteht aus einem ODER-Glied 20, dem ein Monoflop 21 nachgeschaltet ist. An die Eingänge des ODER-Glieds 20 sind die Ausgänge Q2 der beiden Zähler 10, 11 angeschlossen.

Die Ausgänge der drei Kanäle der Auswerteeinheit 13 sind auf eine Logik Einheit 22 geführt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Logik Einheit 22 als UND-Glied ausgebildet. Der Ausgang der Logik-Einheit 22 ist über eine Überwachungseinheit 23 auf ein Relais 24 geführt, das den Signalausgang der Lichtschranke 1 bildet.

Das Funktionsprinzip der Auswertung der auf den Empfänger auftreffenden Lichtimpulse wird anhand des Impulsdigramms aus Fig. 3 und der Wahrheitstabelle

aus Fig. 4 erläutert.

Die auf den Empfänger 3 auftreffenden Lichtimpulse werden dort in elektrische Empfangssignale umgesetzt und in der Vorverarbeitungsstufe 9 digitalisiert und in den Zählern 10, 11 gezählt.

In Fig. 3 sind Folgen von jeweils acht Empfangssignalen dargestellt, wie sie bei fehlerfreiem Betrieb der Lichtschranke 1 bei freiem Strahlengang erhalten werden.

10 Die Empfangssignale werden solange gezählt, bis die Reset-Eingänge RE der Zähler 10, 11 über das Monoflop 12 aktiviert werden. Mit der Aktivierung der Reset-Eingänge RE werden die Zähler 10, 11 auf Zählerstände null zurückgesetzt. Die Dauer der Aktivierung der Reset-Eingänge RE beträgt  $T - t_R$ , wobei die Zeit  $t_R$  durch das Monoflop 12 festgelegt ist (Fig. 3). Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rest-Impulsen definiert das Zeitintervall, während dessen eine vom Sender 2 ausgesandte Folge von Lichtimpulsen von der Auswerteelektronik 4 registriert werden muß, falls der Strahlengang der Lichtschranke 1 nicht unterbrochen ist. Demzufolge muß bei fehlerfreiem Betrieb der Lichtschranke 1 der Sollwert der Lichtimpulse einer Folge innerhalb dieses Auswerte-Intervalls registriert werden.

20 Der Ausgang des ersten Kanals der Auswerteeinheit 13 wird mit dem achtten Impuls der Empfangssignale für eine Zeit  $t_a$  aktiviert (Fig. 3). Die Zeit  $t_a$  ist im wesentlichen durch das Monoflop 17 bestimmt. Die Aktivierung des Monoflops 17 erfolgt durch das R/S Flip-Flop 14. Die Ausgänge Q,  $\bar{Q}$  sind über Differenzierglieder 15, 15' an das NOR-Glied 16 an das Monoflop 17 geschaltet. Durch das Differenzieren der Ausgangssignale an den Ausgängen Q,  $\bar{Q}$  wird die Antisymmetrie der Signalzustände an Q und  $\bar{Q}$  aufgehoben, so daß bei einem Signalwechsel an Q und  $\bar{Q}$  das Monoflop 16 aktiviert wird.

25 Die Zeit  $t_a$  ist kleiner als die Periodendauer T, d. h. der Wiederholzeit der Impulsfolgen der Empfangssignale. Die Wiederholdauer der Reset Impulse, die durch das Monoflop 12 erzeugt werden, entspricht der Periodendauer T. Durch die endliche Aktivierungszeit  $t_R$  des Monoflops 12 ist die entsprechende Deaktivierungszeit des Monoflops T -  $t_R$  in jedem Fall kleiner als die Periodendauer T. Somit ist gewährleistet, daß innerhalb eines Auswerte-Intervalls nicht mehr als eine Folge von Sendelichtimpulsen erfaßt wird.

30 Die Aktivierung der Ausgänge der drei Kanäle der Auswerteeinheit 13 erfolgt abwechselnd über den ersten oder zweiten Zähler 10, 11. Hierzu sind im ersten Kanal der Auswerteeinheit 13 die Enable-Eingänge EN sowie die Sollwert-Ausgänge Q7 der Zähler 10, 11 symmetrisch auf die Ausgänge Q,  $\bar{Q}$  des R/S Flip-Flops 14 geführt. Sobald ein Zähler 10 bzw. 11 über den einen Ausgang Q bzw.  $\bar{Q}$  des R/S Flip-Flops 14 aktiviert wird, wird der andere Zähler 10 bzw. 11 über den anderen Ausgang Q bzw.  $\bar{Q}$  des R/S Flip-Flops 14 deaktiviert. Dadurch, daß die Sollwert-Ausgänge Q7 der Zähler 10, 11 auf die Eingänge R, S des R/S Flip-Flops 14 geführt sind, wird der aktive Zähler 10 bzw. 11, sobald er den Zählerstand sieben erreicht, d. h. sobald der achte Lichtimpuls auf den Empfänger 3 auftrifft, hat, deaktiviert, der andere Zähler 11 bzw. 10 wird gleichzeitig aktiviert. Gleichzeitig erfolgt durch den Signalwechsel am Enable-Eingang EN des aktiven Zählers 11 bzw. 10 ein Hochzählen des Zählerstands von Null auf Eins, da während Signalwechsels der Clock-Eingang des aktiven Zählers 11 bzw. 10 auf "high" gesetzt ist.

35 Der Ausgang des dritten Kanals der Auswerteeinheit 13 wird für eine Zeit  $t_c$  aktiviert, sobald der momentan

aktive Zähler 10 bzw. 11 den Zählerstand zwei erreicht. Hierzu sind die Sollwert-Ausgänge Q2 der Zähler 10, 11 über das ODER-Glied 20 auf das Monoflop 21 geführt. Das Monoflop 21 bestimmt die Größe von  $t_c$ , die wiederum kleiner als die Periodendauer T gewählt ist.

Der Ausgang des zweiten Kanals der Auswerteeinheit 13 wird deaktiviert, sobald der aktive Zähler 10 bzw. 11 den Sollwert Q7 überschreitet, d. h. sobald der Zählerstand sieben erreicht wird.

Neben den Sollwert-Ausgängen Q7 der Zähler 10, 11 sind auch die Sollwert-Ausgänge Q1 der Zähler 10, 11 an die UND-Glieder 18, 18' des zweiten Kanals der Auswerteeinheit 13 angeschlossen. Bei einem Reset wird der Zählerstand der Zähler 10, 11 auf den Wert 0 gesetzt. Die Zählerstände eins, die ein Zähler 10 oder 11 bei seiner Aktivierung durch den ersten Kanal der Auswerteeinheit 13 einnimmt, werden gelöscht. Auf diese Weise wird der Ausgang des UND-Glieds 18 oder 18', das an den aktiven Zähler 10 oder 11 angeschlossen ist, umgesteuert und der Ausgang des zweiten Kanals aktiviert. Somit wird der Ausgang des zweiten Kanals für eine Zeitdauer  $t_b$  aktiviert, bis der aktive Zähler 10 oder 11 wieder den Zählerstand acht erreicht. Die Zeit  $t_b$  ist wiederum kleiner als die Periodendauer T.

Die Signale an den Ausgängen der Kanäle der Auswerteeinheit 13 werden in der Logik-Einheit 22, die als UND Glied ausgebildet ist, zusammengefaßt. Da die Zeiten  $t_a$ ,  $t_b$  und  $t_c$ , für die die Ausgänge der Kanäle aktiviert sind, kleiner als die Periodendauer T sind, kann der Signalausgang am Ausgang der Auswerteelektronik 4 nicht statisch auf "high" gesetzt sein, sondern es ergibt sich die in Fig. 3 dargestellte periodische Pulsfolge.

Diese Pulsfolge tritt nur bei fehlerfreiem Betrieb der Lichtschranke 1 auf. Sobald externe oder interne Störungen auftreten, werden in jedem Fall andersartige Pulsfolgen erhalten. Auf diese Weise können externe und interne Funktionsstörungen sicher erkannt werden.

Im Falle interner Störungen, d. h. beispielsweise beim Ausfall eines Bauelements in den Kanälen der Auswerteeinheit 13, nimmt das Ausgangssignal des betreffenden Kanals statisch den Wert "low" oder "high" an oder das Puls-Pausen-Verhältnis des Ausgangssignals wird verändert. Dies bedeutet, daß das Puls-Pausen-Verhältnis der Pulsfolge am Signalausgang geändert wird. Im einfachsten Fall, wenn ein Kanal der Auswerteeinheit 13 den Wert "statisch low" annimmt, nimmt auch der Signalausgang den Wert "statisch low" an.

Im Falle externer Störungen werden entweder die Folgen der Lichtimpulse des Senders 2 unvollständig empfangen oder es werden zusätzlich zu den Lichtimpulsen des Senders 2 Fremdlicht-Impulse empfangen.

Die Auswertung derartiger externer Störeinflüsse wird anhand der Wahrheitstabelle in Fig. 4 beschrieben.

Der Ausgang des dritten Kanals der Auswerteeinheit 13 bleibt auf "statisch low" gesetzt, solange weniger als drei aufeinanderfolgende Lichtimpulse auf den Empfänger 3 auftreffen. Sobald der dritte Lichtimpuls auf den Empfänger 3 auftrifft, wird der Ausgang des dritten Kanals der Auswerteeinheit 13 über das Monoflop 21 für die Zeit  $t_c$  aktiviert. Dabei ist die Größe von  $t_c$  unabhängig davon, ob weitere Lichtimpulse auf den Empfänger 3 treffen, vorausgesetzt die Zahl der Lichtimpulse einer Folge ist kleiner als neun, d. h. solange der Sollwert der Anzahl von Lichtimpulsen einer Folge nicht überschritten wird.

Der Ausgang des ersten Kanals der Auswerteeinheit 13 bleibt auf "statisch low" gesetzt, solange der Sollwert sieben im aktiven Zähler 10 oder 11 nicht erreicht ist.

Entsprechend bleibt der Ausgang des dritten Kanals der Auswerteeinheit 13 auf "statisch high" gesetzt, solange der Sollwert sieben im aktiven Zähler nicht erreicht ist.

Demzufolge bleibt der Signalausgang der Auswerteelektronik 4 durch die UND-Verknüpfung in der Logikeinheit 22 auf "low" gesetzt, solange der Sollwert sieben des Zählerstands des aktiven Zählers 10 oder 11 nicht erreicht ist.

Sobald der achte Lichtimpuls vom aktiven Zähler 10 oder 11 registriert wird, wird der Sollwert-Ausgang Q7 des aktiven Zählers 10 oder 11 auf "high" gesetzt. Dadurch wird das Monoflop 17 des ersten Kanals der Auswerteeinheit 13 für die Zeit  $t_a$  "high" gesetzt. Gleichzeitig wird der Ausgang des zweiten Kanals der Auswerteeinheit 13 bis zum Beginn des nächsten Reset Impulses durch das Monoflop 12 auf "low" gesetzt.

Der Signalausgang der Auswerteelektronik 4 wird über die Logik Einheit 22 auf "high" gesetzt, solange alle drei Ausgänge der Kanäle der Auswerteeinheit 13 auf "high" gesetzt sind. Die Dauer der Aktivierung des Signalausgangs ist damit höchstens gleich dem Minimum der Zeitintervalle  $t_a$ ,  $t_b$  und  $t_c$ . Dies ist in Fig. 4 mit der Bezeichnung Min (ta, tb, tc) beschrieben.

Somit ergibt sich am Signalausgang der Auswerteelektronik 4 bei Erreichen des Sollwerts der Lichtimpulse die in Fig. 3 dargestellte Signalfolge, die den fehlerfreien Betrieb der Lichtschranke kennzeichnet.

Treffen innerhalb des durch das Reset auslösende Monoflop 12 vorgegebenen Auswerte-Intervalls mehr als acht Lichtimpulse auf den Empfänger 3, so wird eine derartige Störung dadurch erkannt, daß sich die Belegungen der Ausgänge der drei Kanäle der Auswerteeinheit 13 ändern. Durch den achtsten auf den Empfänger auftreffenden Lichtimpuls wird im ersten Kanal der momentan aktive Zähler 11 oder 10 deaktiviert und der vorher inaktive Zähler 10 oder 11 aktiviert und gleichzeitig dessen Zählerstand auf den Wert eins gesetzt.

Trifft nun der neunte Lichtimpuls auf den Empfänger 3, so wird im aktiven Zähler 10 oder 11 der Zählerstand zwei erreicht. Dies entspricht dem Sollwert für die Aktivierung des Monoflops 21 des dritten Kanals der Auswerteeinheit 13. Somit wird der Ausgang des dritten Kanals durch den neunten Lichtimpuls so nachgetriggert, daß dieser Ausgang nicht nach Ablauf der Zeit  $t_c$  auf "low" zurückgesetzt wird, sondern auf "statisch high" gesetzt bleibt. Der Ausgang des dritten Kanals behält den Schaltzustand "statisch high" auch beim Auftreten weiterer Lichtimpulse.

Durch den neunten Lichtimpuls wird der Ausgang des zweiten Kanals der Auswerteeinheit 13 wieder auf "high" gesetzt. Dieser Ausgang bleibt solange gesetzt, bis weitere sieben Lichtimpulse auf den Empfänger 3 treffen. Erst dann wird wieder der Sollwert acht des aktiven Zählers 10 oder 11 erreicht und der Ausgang des zweiten Kanals auf "low" gesetzt. Im Ergebnis wird somit die Dauer der Aktivierung des Ausgangs des Kanals der Auswerteeinheit 13 durch Auftreffen von mehr als acht Lichtimpulsen auf den Empfänger 3 auf die Dauer  $t_b'$  geändert, wobei  $t_b'$  größer als die Dauer  $t_b$  bei fehlerfreiem Betrieb ist. Dabei ist  $t_b'$  umso größer, je schneller der neunte Lichtimpuls auf den achtsten Lichtimpuls folgt.

Treffen auf den Empfänger mehr als acht, jedoch höchstens maximal dreizehn Lichtimpulse, so bleibt im ersten Kanal der Auswerteeinheit 13 der Ausgang für die Zeit  $t_a$  aktiviert. Trifft nun der vierzehnte Störimpuls auf den Empfänger 3, so wird im aktiven Zähler 10 oder 11 der Sollwert sieben erreicht, d. h. der Sollwert-Ausgang Q7 wird aktiviert. Dann wird das Monoflop 17 ein

zweites Mal aktiviert. Dadurch wird die Zeit der Aktivierung des Ausgangs des dritten Kanals der Auswerteeinheit 13 von der Zeit  $t_a$  auf eine Zeit  $t_a'$  vergrößert. Dabei hängt der Betrag von  $t_a'$  davon ab, wann der vierzehnte Lichtimpuls auf den Empfänger 3 trifft.

Im Ergebnis liegt bei Auftreten von mehr als acht Lichtimpulsen pro Auswerteeintervall eine Signalfolge am Signalausgang der Auswerteelektronik 4, die von der Signalfolge bei fehlerfreiem Betrieb der Lichtschranke 1, nämlich dem Empfang von acht Lichtimpulsen pro Auswerteeintervall verschieden ist. Die Periodendauer der Signalfolge am Signalausgang bleibt durch die zusätzlich auftretenden Störimpulse zwar unverändert, da sie durch die Periodendauer der Reset-Impulse vorgegeben ist. Jedoch ändert sich durch die zusätzlich auftretenden Störimpulse das Puls-Pausen-Verhältnis der Signalfolge am Signalausgang, da sich in Abhängigkeit der Anzahl der Störimpulse die Dauer der Aktivierung des Signalausgangs ändert. Unabhängig von der Anzahl der Störimpulse wird die Dauer der Pausen der Signalfolge am Signalausgang kleiner gegenüber der Sollsignalfolge bei fehlerfreiem Betrieb. Entscheidend dabei ist, daß diese Änderung des Puls-Pausen-Verhältnisses in eindeutiger Weise von der Zahl der Störimpulse abhängt und somit eine beliebige Anzahl von Störimpulsen erkannt werden kann. Die Auswertung der Signale am Signalausgang, insbesondere die Bewertung der Puls-Pausen-Verhältnisse und der Klassifizierung ob ein Störsignal vorliegt, erfolgt in der dem Relais vorgesetzten Überwachungseinheit 23.

Die Signalausgabe über das Relais 24 erfolgt zweckmäßigerweise nur dann, wenn ein fehlerfreies Signal vorliegt.

## Patentansprüche

35

1. Lichtschranke mit einem Sender, einem Empfänger und einer Auswerteelektronik, wobei der Sender der Folgen von Lichtimpulsen mit einer definierten Pulsdauer und Frequenz aussendet, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (2) einzelne Folgen von Lichtimpulsen mit einer darauffolgenden Sendepause periodisch aussendet, und daß die Auswerteelektronik (4) wenigstens einen Zähler (10, 11) aufweist, in dem die auf den Empfänger (3) auftreffenden Lichtimpulse einer Folge gezählt und mit vorgebbaren Sollwerten verglichen werden, und daß an den oder die Zähler (10, 11) eine mehrkanalige Auswerteeinheit (13) angeschlossen ist, wobei wenigstens ein Sollwert eines Zählers (10, 11) als Eingangsgröße auf jeweils einen Kanal der Auswerteeinheit (13) geführt ist, und daß jeder Kanal der Auswerteeinheit (13) einen binären Ausgang aufweist, wobei in Abhängigkeit der Anzahl der registrierten Lichtimpulse an den Ausgängen der Kanäle für definierte Zeitintervalle ein Signalwechsel erfolgt, und daß die Ausgänge in einer Logikeinheit (22) logisch verknüpft sind.

2. Lichtschranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteelektronik (4) zwei Zähler (10, 11) aufweist.

3. Lichtschranke nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwerte in den Zählern (10, 11) in Abhängigkeit der Zahl der Lichtimpulse einer Folge festgelegt sind.

4. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Folge acht Lichtimpulse umfaßt, und daß in jedem Zähler (10, 11) als

Sollwerte die Zählerstände eins, zwei und sieben vorgegeben sind.

5. Lichtschranke nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen der Sollwerte eins, zwei oder sieben in einem der Zähler (10, 11) die Sollwert-Ausgänge Q1, Q2 bzw. Q7 im Zähler (10, 11) aktiviert werden.

6. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (13) drei Kanäle aufweist.

7. Lichtschranke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Kanal der Auswerteeinheit (13) ein R/S Flip-Flop (14) aufweist, auf dessen Eingänge die Sollwert-Ausgänge Q7 der Zähler (10, 11) geführt sind, und daß an die Ausgänge Q,  $\bar{Q}$  des R/S Flip-Flops (14) jeweils ein Differenzierglied (15, 15') sowie die Enable-Eingänge EN der Zähler (10, 11) angeschlossen sind, wobei die Ausgänge der Differenzierglieder (15, 15') über ein NOR-Glied (16) auf ein Monoflop (17) geführt sind.

8. Lichtschranke nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Kanal der Auswerteeinheit (13) zwei parallel geschaltete UND-Glieder (18, 18') aufweist, an deren Eingänge jeweils der Sollwert-Ausgang Q1 eines Zählers (10 bzw. 11) und der Sollwert-Ausgang Q7 des anderen Zählers (11 bzw. 10) geführt sind, und daß die Ausgänge der UND-Glieder (18, 18') an ein NOR-Glied angeschlossen sind.

9. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Kanal der Auswerteeinheit (13) ein ODER-Glied (20) aufweist, dem ein Monoflop (21) nachgeschaltet ist, wobei auf den Eingang des ODER-Glieds (20) die Sollwert-Ausgänge Q2 der Zähler (10, 11) geführt sind.

10. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Logikeinheit (22) als UND-Glied ausgebildet ist.

11. Lichtschranke nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang der Logikeinheit (22) über eine Überwachungseinheit (23) an ein Relais (24) angeschlossen ist.

12. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sender (2) ein Quarzoszillator (5) und ein Frequenzteiler (6) vorgeschaltet ist.

13. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß an die Zähler (10, 11) ein Monoflop (12) zur Erzeugung von Reset-Impulsen in den Zählern (10, 11) angeschlossen ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

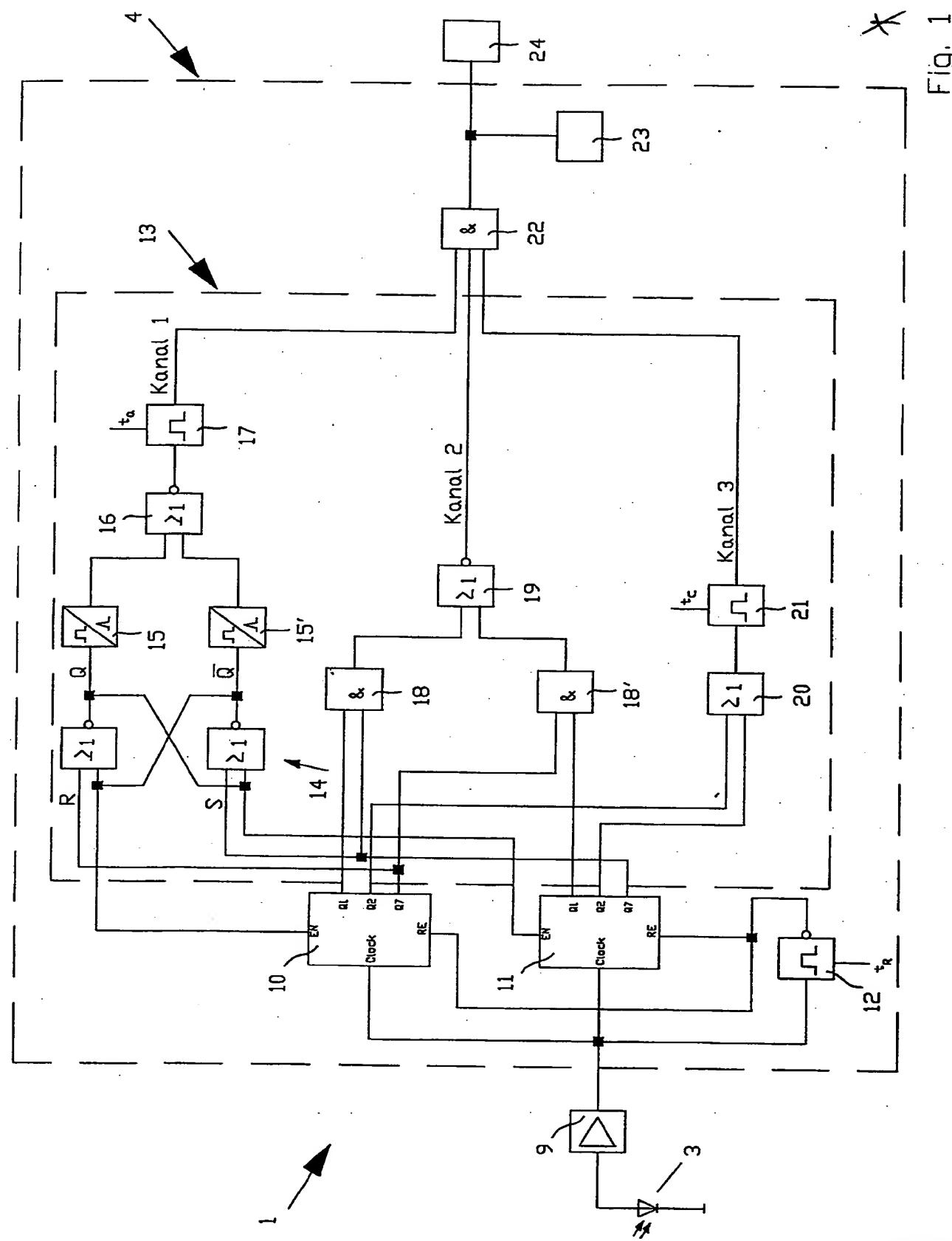


Fig. 1

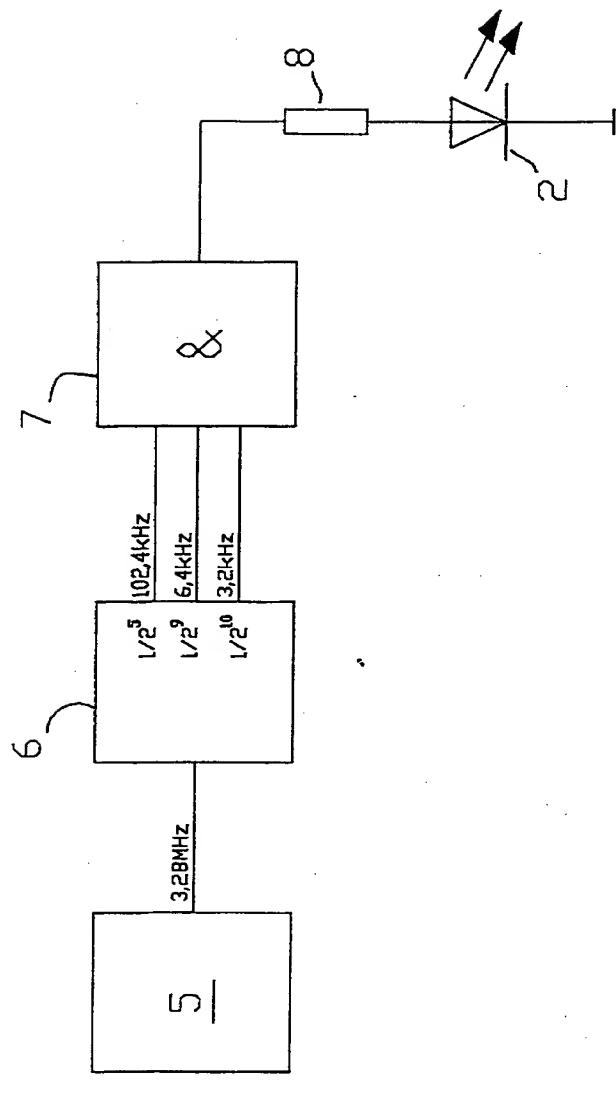


Fig 2a

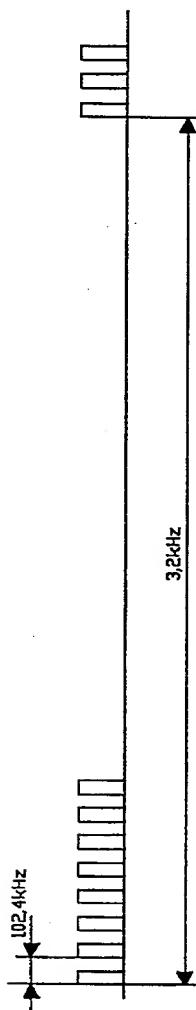


Fig 2b

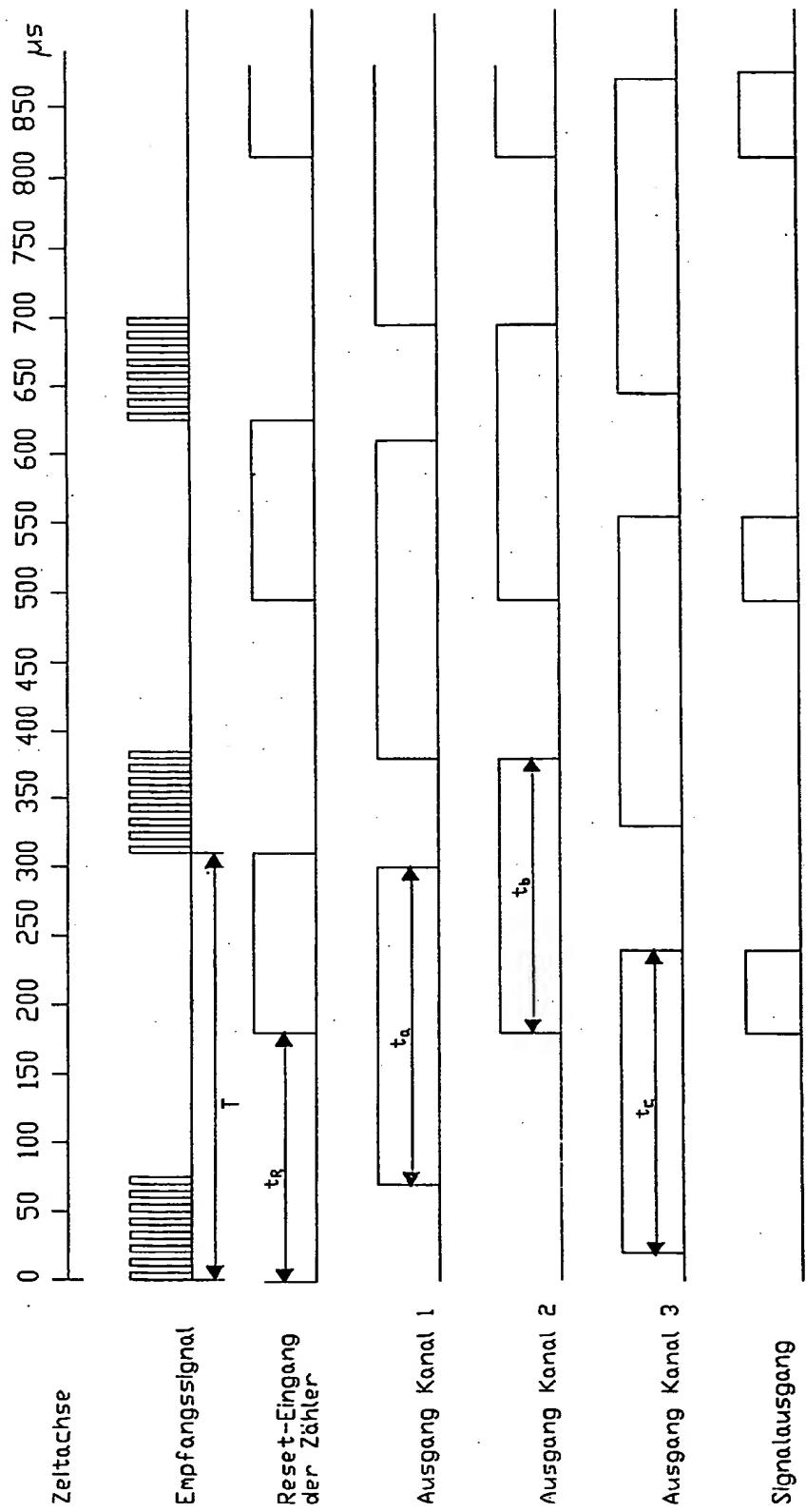


Fig. 3

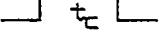
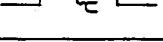
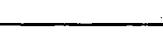
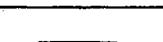
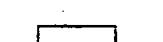
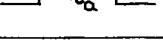
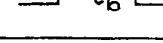
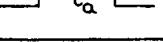
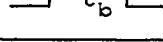
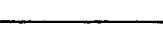
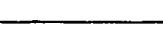
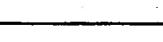
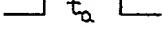
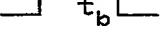
| Eingangs-<br>impulse | Ausgang<br>Kanal 1                                                                  | Ausgang<br>Kanal 2                                                                  | Ausgang<br>Kanal 3                                                                   | Signal-<br>ausgang                                                                    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                    | L                                                                                   | H                                                                                   | L                                                                                    | L                                                                                     |
| 1                    | L                                                                                   | H                                                                                   | L                                                                                    | L                                                                                     |
| 2                    | L                                                                                   | H                                                                                   |    | L                                                                                     |
| 3                    | L                                                                                   | H                                                                                   |    | L                                                                                     |
| 4                    | L                                                                                   | H                                                                                   |   | L                                                                                     |
| 5                    | L                                                                                   | H                                                                                   |  | L                                                                                     |
| 6                    | L                                                                                   | H                                                                                   |  | L                                                                                     |
| 7                    | L                                                                                   | H                                                                                   |  | L                                                                                     |
| 8                    |  |  |  |  |
| 9                    |  |  | H                                                                                    |  |
| 10-13                |  |  | H                                                                                    |  |
| 14                   |  |  | H                                                                                    |  |

Fig. 4